ZUR HERSTELLUNG VON KRONEN UND GUSSFÜLLUNGEN

Statistische Erhebungen in Münchener Dentallabors über Arbeitsunterlagen, Präparationsformen und Beschaffenheit der Kronenstümpfe

Heidi Burkhardt

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie

(Direktor: Professor Dr. E. Sonnabend)

der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der
Universität München

Zur Herstellung von Kronen und Gußfüllungen

Statistische Erhebungen in Münchener Dentallabors über Arbeitsunterlagen, Präparationsformen und Beschaffenheit der Kronenstümpfe

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde an
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Heidi Burkhardt

aus

Schwerin/Warthe

Jahr

1984

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr.med.dent. E. Sonnabend

Dekan: Prof. Dr.med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 19.06.1984

DISSERTATIONS - UND FOTODRUCK FRANK GmbH
8000 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2809090

Herrn Prof. Dr. E. Sonnabend danke ich für die Überlassung des Dissertationsthemas und seine verständnisvolle Beratung und Unterstützung.

Den beteiligten Dentallabors und Zahnärzten danke ich für die vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Einleitung	7
2.	Aufgabenstellung	8
3.	Methode	9
4.	Untersuchungsergebnisse und Diskussion	10
4.1	Zahlenverhältnisse aus EDV-Statistiken	10
4.1.1	Kronen : Gußfüllungen	10
4.1.2	Kronenarten	11
4.1.3	Gußfüllungsanteile	12
4.1.4	Brückenpfeiler	12
4.1.5	Ausblocken	13
4.2	Arbeitsunterlagen	13
4.2.1	Abformmaterial	16
4.2.2	Extension der Abformungen	16
4.2.3	Gegenbiß	17
4.2.4	Kieferrelationsbestimmung	17
4.2.5	Arbeitsanweisungen	18
4.3	Abformung	19
4.3.1	Allgemeines	19
4.3.2	Silikon-Abformung	21
4.3.3	Polyäthyl-Abformung	21
4.3.4	Kupferringabdruck	21
4.3.5	Hydrocolloide	22
4.3.6	Abformmängel - Untersuchungsergebnisse	22

4.4.	Kronenpräparationen	24
4.4.1	Allgemeines	24
4.4.2	Tangentialpräparation (I und II)	25
4.4.3	Stufenpräparationen (III-V)	26
4.4.4	Hohlkehlpräparation (VI)	26
4.4.5	Dehiszenzen durch Einzementieren	26
4.4.6	Problemzone Kronenrand	30
4.4.7	Konturierung der Kronen	32
4.4.8	Untersuchungsergebnisse zur Kronen präparation	34
4.5	Präparationen für Gußfüllungen	36
4.5.1	Präparationsformen	36
4.5.2	Verankerungsprinzipien	41
4.5.3	Präzision der Gußfüllung	42
4.5.4	Prävention	42
4.5.5	Zur Ästhetik der Gußfüllungen	43
4.5.6	Untersuchungsergebnisse	45
4.6	Beschaffenheit der Kronenstümpfe	46
4.6.1	Lage der Exkavationen bei Kronenstümpfen	46
4.6.2	Größe der Exkavationen an Kronenstümpfen	46
4.6.3	Präparationsgrenze und Exkavation	47
5.	Kritische Schlußbetrachtungen	48
6.	Zusammenfassung	50
7.	Literaturverzeichnis	53
8.	Lebenslauf	61

1. Einleitung

Den kariösen Zahn langfristig in Form und Funktion wieder herzustellen, ist Ziel aller restaurativen Maßnahmen.

Dabei kann heute die aufzubauende Zahnsubstanz durch plastische Füllungsmaterialien, Gußfüllungen, Teilüberkronung oder Vollüberkronung, als Vollgußkrone, kunststoff- oder porzellanverblendete Gußkrone oder Porzellan- oder Kunststoffmantelkrone ersetzt werden.

Die Feststellung aller defekten Zahnflächen, der Grad der Zerstörung, Kariesfrequenz, fehlende Zähne, parodontale und okklusale Verhältnisse, kosmetische Belange, Aufwand und Kosten, Alter des Patienten und seine Mitarbeit bei der Prophylaxe bestimmen die Wahl des Therapiemittels. Da bei Kronen und Füllungen gleichermaßen bei der Indikation nicht von einer "Heilanzeige" gesprochen werden kann, geht es nur um Zweckmäßigkeitsentscheidungen und dabei sollte die Minimierbarkeit iatrogener Schäden ausschlaggebend sein.

Bei ausschließlicher Betrachtung der gegossenen Kronen, Teilkronen und Gußfüllungen zeigt sich seit 1975 eine starke Hinwendung zur Vollüberkronung, was STAEHLE auf die Entwicklung der Turbinentechnik und die normative Funktion der Prothetikverträge zurückführt (97).

Die Indikationen für Kronen und Gußfüllungen stimmen in der Literatur weitgehend überein und überschneiden sich oft (MOTSCH (66)).

Retentionsprobleme bei Gußfüllungen, welche die Indikation einschränken können, führten zu Modifikationen mit fließenden Übergängen zum Onlay und zur Teilkrone, bei denen eine funktionelle Kauflächengestaltung möglich wird.

Die guten Prognosen bei Gußfüllungen im Hinblick auf die Verhütung von Sekundärkaries (HORN (37), PILZ (76), PANTKE (71) u.a.) einerseits und ihre Vorzüge bei der Parodontalprophylaxe andererseits (ERPENSTEIN (20), MOTSCH (66), FRÖHLICH (22) u.a.) sollten sich in ihrer häufigen Anwendung niederschlagen. Die von BLACK (2) abgeleitete Forderung, im kariesanfälligen Gebiß den Restaurationsrand in den Schutz der Zahnfleischtasche zu legen, wird seit GOTTLIEB (25) aus parodontologischen Gründen zurückgewiesen.

Dadurch werden die Indikationen für Kronen eingeschränkt. Nur wenn der bukkale Schmelz zum größten Teil defekt ist, muß der Seitenzahn voll überkront werden. Sonst empfehlen sich Anker, welche die Zahnkrone nur teilweise bedecken. Sie sind parodontalprophylaktisch überlegen und ihr anschlagbarer, exakter und kontrollierbarer Randschluß bietet auch beste Bedingungen zur Kariesprophylaxe.

Das plaquebesiedelte Gebiß sieht STAEHLE für Karies und Parodontalerkrankungen im gleichen Maße anfällig und verneint jede Indikation für hochwertigen Zahnersatz, ob Teil- oder Vollkrone, wenn die hygienischen Voraussetzungen dafür nicht gegeben sind (97).

Das weist auf die dringende Notwendigkeit hin, systematisch Prophylaxe zu betreiben, ohne die noch so sorgfältige konservierende oder prothetische Maßnahmen auch bei fundierter Indikation ihr kuratives Ziel nicht erreichen.

2. Aufgabenstellung

Aufgabe dieser Arbeit war es

1. Zahlenverhältnisse für die Häufigkeit der Anwendung von Kronen und Gußfüllungen zu ermitteln und
2. Untersuchungen durchzuführen über die Arbeitsunterlagen, welche den Labors von Zahnärzten für die Herstellung von

Kronen und Gußfüllungen zur Verfügung gestellt werden. Dabei sollten

Abformmaterialien
Abformpräzision
Extension der Abformungen
Arbeitsanweisungen
Unterlagen über Kieferrelation

erfaßt und die Frage beantwortet werden, inwieweit durch Präparation und Arbeitsunterlagen Voraussetzungen für optimale zahntechnische Arbeiten und Kronen und Gußfüllungen hoher Qualität geschaffen werden.

3. Die Präparationsformen wurden im Hinblick auf den erreichbaren Randschluß betrachtet.

   Ob okklusal durch die Präparation genügend Platz für eine funktionelle Kauflächengestaltung geschaffen wurde, konnte anhand der Abformungen nicht beurteilt werden.

4. Ferner galt es, den Zustand der Kronenstümpfe auf Grund der Abformungen im Hinblick auf die Lage und Tiefe der Exkavationshöhlen und Aufbaufüllungen festzustellen.

3. Methode

Die Untersuchungsergebnisse wurden mit Checklisten zusammengetragen, die Aussagen über die Arbeitsunterlagen, die Abformpräzision, die Präparationsformen und die Exkavationen an den präparierten Zähnen ermöglichen sollten. Die Checklisten für Kronen enthielten 40, die für Gußfüllungen 45 Punkte für bestimmte Zustände oder Mängel. Mit Hilfe dieser Listen wurden die Abformungen für 412 Kronen und 84 Gußfüllungen untersucht und protokolliert.

Die Beurteilung der Arbeitsunterlagen erfolgte in gewerblichen Dentallabors und Praxislabors in München unter Wahrung der Anonymität von Zahnarzt, Patient und Labor. Die Auswahl der Labors erfolgte stichprobenhaft.

Die Untersuchungen wurden innerhalb von 6 Monaten des Jahres 1981 durchgeführt, teils vor, teils nach der Modellherstellung, an verschiedenen Wochentagen, vor und nach der Urlaubszeit, um ein ausgewogenes Bild zu erhalten.

Die Zahlen-Verhältnisse der im Untersuchungszeitraum hergestellten Kronen und Gußfüllungen wurden aus den EDV-Monatsstatistiken der beteiligten Labors entnommen.

4. Untersuchungsergebnisse und Diskussion

4.1 Zahlenverhältnisse aus EDV-Statistiken

4.1.1 Kronen : Gußfüllungen

Im Untersuchungszeitraum wurden in den beteiligten Labors

7 244 Kronen
und 393 Gußfüllungen hergestellt.

Kronen sind also 95 % und Gußfüllungen 5 % der restaurativen Arbeiten.

4.1.2 Kronenarten

Wir ermittelten folgende Anteile für die Kronenarten:

Kronen	in %
Metallkeramikkronen	50,4 %
Kunststoffverblendkronen	26,9 %
Vollgußkronen	16,2 %
Teleskopkronen	3,5 %
Konuskronen	1,6 %
Teilkronen	1,3 %
Kronen nach Stufenpräp.	0,1 %

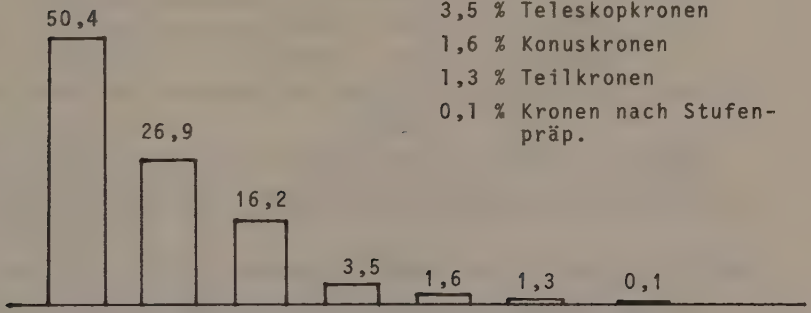

Tabelle 1 Anteile der Kronenarten

4.1.3 Gußfüllungsanteile

Wir fanden folgende Anteile bei den Gußfüllungen:

Gußfüllungen	in %
	6,9 % einflächig
	29,5 % zweiflächig
	40,7 % dreiflächig
	14,6 % mehrflächig
	8,4 % Onlays

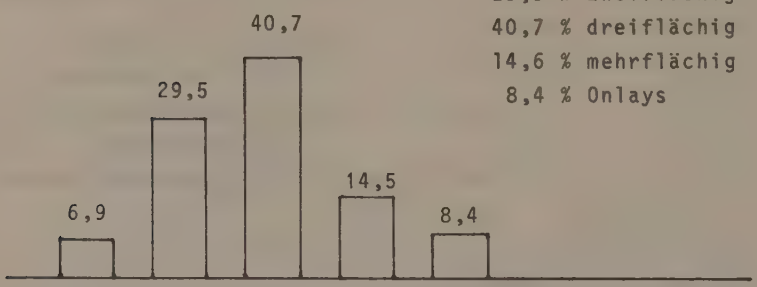

Tabelle 2 Anteile bei Gußfüllungen

4.1.4 Brückenpfeiler

Während bei Kronen 62 % als Brückenpfeiler fungierten, wurde in diesem Zeitraum nur eine Inlaybrücke hergestellt, d.h. 0,5 % der Gußfüllungen dienten als Brückenpfeiler.

4.1.5 Ausblocken

An 3 290 Stümpfen (von insgesamt 7 637 = 7 244 für Kronen und 393 für Gußfüllungen) wurde auf dem Arbeitsmodell ein Ausblocken vorgenommen. Das entspricht 43 %.
Diese Zahl beinhaltet Exkavationshöhlen am präparierten Zahn, durch die Präparation nicht beseitigte untersichgehende Stellen am Einzelzahn sowie bei fehlender Pfeilerparallelität.
Aufgeschlüsselte Vergleichswerte folgen unter Punkt 4.6.

4.2 Arbeitsunterlagen

Eine der Voraussetzungen für die optimale zahnärztliche Versorgung des Patienten ist das effektive Zusammenwirken von Praxis und Labor. Dieses Zusammenwirken beinhaltet - ein hohes Maß an Wissen und Können vorausgesetzt - das Abstimmen der Aufgaben und Arbeitsabläufe und das gegenseitige Anerkennen der Probleme und Leistungen der Partner (KIMMEL (42)).
Veröffentlichungen zur Verbesserung der Arbeitssystematik zeigen Ziele und Probleme der Zusammenarbeit auf (9, 26, 41, 44, 99).

Die Optimierung der Arbeitsabläufe setzt bei den jeweiligen Arbeitsschritten bestmögliche Leistungen, Verantwortungsbewußtsein, Kritikfähigkeit fremden und eigenen Arbeiten gegenüber und kooperatives Verhalten voraus. Die vielen Arbeitsschritte von der Präparation bis zum Einsetzen der fertigen Arbeit lassen bei Mißerfolgen manchmal schwer erkennen, wo der Fehler liegt. Treten bei einzelnen Leistungen Mängel auf, gewinnt die kommunikative Seite der Zusammenarbeit an Gewicht. Fehlen im Problemfall eingeübte Kommunikationsmechanismen, so erreicht die Arbeit trotz erkannter Mängel nicht die mögliche Qualität.

Zwei Punkte stellt FREESMEYER in einer Studie heraus:

"1. Eine Verbesserung der Kommunikation zwischen beiden Partnern verbessert auch die Qualität des herzustellenden Zahnersatzes.

2. Ungenügende Arbeitsunterlagen und Arbeitsanweisungen durch den Zahnarzt führen zur Verunsicherung des Zahntechnikers und zu seinem eigenständigen, oft unzweckmäßigen Handeln" (21).

Bei den Arbeitsunterlagen als konkrete Voraussetzungen des Zusammenspiels der zahnärztlichen und zahntechnischen Arbeitsbereiche wurden von PFANNENSTIEL und FREESMEYER sich wiederholende Mängel festgestellt (21, 75).

Zum Komplex der Qualität der Arbeitsunterlagen wollten wir mit dieser Arbeit das Gegebene quantitativ erfassen.

Arbeitsunterlagen	Kronen	Gußfüllungen
Abformmaterialien		
Polyäthyl-Gummi	28 %	36 %
Silikon	62 %	32 %
Kupferring - Kerr	3 %	1 %
Kupferring - elastisch	1 %	1 %
Hydrocolloid	6 %	30 %
Extension der Abformung		
Gesamtabformung	95 %	85 %
Teilabformung	3 %	11 %
Quetschbißabformung	2 %	4 %
Gegenbiß		
Gesamtabformung	95 %	84 %
Teilabformung	1 %	11 %
Quetschbißabformung	2 %	4 %
kein Gegenbiß	2 %	1 %
Bestimmung der Kieferrelation		
Quetschbisse	77 %	48 %
zentrische Registrate	6 %	30 %
keine Unterlagen	17 %	22 %
mehrere Bißregistrate	-	5 %
Arbeitsanweisungen		
rein technisch klar	95 %	97 %
Situationsmodell	17 %	5 %
Fotos	5 %	-
Aufforderung zum Nachradieren	4 %	-

Tabelle 3 Arbeitsunterlagen für Kronen und Gußfüllungen

4.2.1 Abformmaterial

Formkonstanz und Detail-Wiedergabe sind die ausschlaggebenden Eigenschaften bei der Wahl des Abformmaterials. Die dem gewählten Material entsprechende Verarbeitungsweise sichert die Qualität der Abformung. So kommen für eine Abformaufgabe heute durchaus verschiedene Materialien in Frage.

Die historische Entwicklung der Abformmaterialien geht Hand in Hand mit der Zahnersatzkunde überhaupt. Durch die Verbesserung der Abformmaterialien und ihren entscheidenden Anteil an der Qualität der zahntechnischen Arbeiten variieren die Anteile der Materialien am Gesamtverbrauch im Laufe der Zeit.
Folgende prozentuale Verteilung der Abformmaterialien ergab sich aus den Untersuchungen:

	Kronen	Gußfüllungen
Polyäthyl-Gummi	28 %	36 %
Silikon	62 %	32 %
Kupferring - Kerr	3 %	1 %
Kupferring - elastisch	1 %	1 %
Hydrocolloid	6 %	30 %

Wir fanden Polyäthyl-Gummi- und Silikonabdrücke in gewerblichen und Praxislabors etwa gleich häufig, Kupferring-Abdrücke nur in gewerblichen Labors, dagegen Hydrocolloidabdrücke für Gußfüllungen ausschließlich und für Kronen überwiegend in Praxislabors.

4.2.2. Extension der Abformungen

Bei Kronen waren

95 % Gesamtabformungen
3 % Teilabformungen
2 % Quetschbißabformungen

Bei den Gußfüllungen waren

88 % Gesamtabformungen
11 % Teilabformungen
1 % Quetschbißabformungen

In den Praxislabors wurden ausschließlich Gesamtabformungen vorgefunden.
Der von SCHWICKERAT (92) u.a. geforderte Verzicht auf Teilabformungen zeigt zumindest bei der Kronen- und Brückentechnik jetzt ein günstigeres Bild.

4.2.3 Gegenbiß

Bei den Gegenkieferabformungen gab es keine nennenswerten Abweichungen in der Extension.

4.2.4 Kieferrelationsbestimmung

Bei Kronen wurde die Kieferrelation wie folgt festgelegt:

77 % Quetschbisse (davon 60 % Wachs, 35 % elast. Material, 5 % Kunststoff) - IKP
6 % Zentrische Registrate - RKP
17 % keine Unterlagen

Für Gußfüllungen wurden folgende Bißnahmen vorgenommen:

48 % Quetschbisse (davon 29 % Wachs, 51 % elast. Material, 20 % Kunststoff) - IKP
30 % Zentrische Registrate - RKP
22 % keine Unterlagen
5 % mehrere Bißregistrate

Zentrische Registrate wurden ausschließlich den Praxislabors zur Verfügung gestellt.

4.2.5 Arbeitsanweisungen

Mit den Arbeitsanweisungen sollten dem Techniker all die Informationen gegeben werden, die ihn befähigen, ohne den Patienten zu kennen, individuell zu dessen Wohl tätig zu sein. Vom Optimum noch weit entfernt, fehlen immer wieder Angaben über die Gesamtkonzeption der herzustellenden Arbeit, zur Zahnform, zum Zahntyp und zum Alter und Geschlecht des Patienten stellt FREESMEYER (21) fest. Ohne diese begleitenden Informationen zu den Arbeitsunterlagen muß der Techniker seine Arbeit vorwiegend technologisch sehen und das Ergebnis kann nicht das bestmögliche sein.

81 % der Techniker klagen lt. FREESMEYER über unvollkommene Arbeitsanweisungen. Nach dieser Studie sind dann auch die Zahnärzte mit 30 % der hergestellten Arbeiten nicht voll zufrieden (21).

Wir fanden bei Kronen zum Untersuchungszeitpunkt die Arbeitsanweisungen zu 95 % zunächst für den Techniker klar, bei Gußfüllungen waren es 97 %. Die später bei den folgenden Arbeitsschritten gegebenenfalls auftretenden Fragen konnten bei dieser Untersuchung nicht erfaßt werden.

Zusätzliche Informationen in Form von Situationsmodellen waren 17 % der Kronenarbeiten und 5 % der Gußfüllungsarbeiten beigefügt.

In 5 % der Fälle wurden dem Techniker für Kronenarbeiten der Frontzähne Fotos des Patienten zur Verfügung gestellt. Dies überwiegend in Praxislabors.

Bei 4 % der herzustellenden Kronen enthielten die Arbeitsanweisungen die Aufforderung zum Nachradieren, die ausschließlich an gewerbliche Labors erging.

4.3 Abformung

4.3.1 Allgemeines

Die Abformung ist als Bindeglied zwischen Praxis und Labor ein Informationsträger erster Ordnung. Bedeutung und Problematik der Abformung wurden eingehend von vielen Autoren diskutiert (18, 36, 43, 78, 92, 103 u.a.).

Wie unter 4.2.1 festgestellt, haben heute für Kronen und Gußfüllungen die irreversibel-elastischen Abformmaterialien (Silikone und gummielastische Massen) die größte Verbreitung gefunden, gefolgt von den reversibel-elastischen Massen (Hydrocolloide), während die reversibel-starren Materialien (Kerr-Kupferringmethode) nur noch eine untergeordnete Rolle spielten. Dies steht im Gegensatz zur Untersuchung von KNEPPER 1975 (47).

Allen elastischen Abformmaterialien ist übereinstimmend aufgegeben, in maximaler Extension vom plastischen in den elastischen Zustand überzugehen, die Druckdeformation beim Abziehen aus dem Mund zurückzustellen und ein exaktes Negativ der Situation darzustellen.

Dosierung, Anmischtechnik und -zeit, Druck beim Einbringen, Abbindezeit, Dauer des Abziehens, Aufbewahrungsart und -dauer bis zur Modellherstellung - das sind variable Größen, die einen großen Einfluß auf die Qualität der Abformung haben. Durch Strecken des Härters würden Dosierfehler geringer und durch Zusatz von Indikatorfarben könnte homogenes Durchmischen sichtbar gemacht werden. Auch ließen sich durch mechanische Mischvorrichtungen die Mißerfolge reduzieren (PFANNENSTIEL (75)).

Entscheidend für die Formkonstanz der Abdrücke und damit für mit der Mundsituation identische Modelle ist die Auf-

bewahrungszeit bis zur Modellherstellung. EINFELD bei VOSS (103) betont und beruft sich auf DREYER-JØRGENSEN, daß jeder elastische Abdruck sofort ausgegossen werden muß, stunden- oder tagelange Lagerung sei die Hauptursache für ungenügende Präzision einer fertigen Restaurierung. Demgegenüber weist MARXKORS bei VOSS (103) mit einer Untersuchung von POHLMANN darauf hin, daß bei Korrekturabdrücken (Optosil/Xantopren) die Dimensionsänderung nach 24 Stunden gleich 0 ist. Früher ausgegossene Abdrücke bringen zu kleine Modelle, später ausgegossene zu große. Wobei Kronen, auf zu großen Stumpfmodellen angefertigt, im Mund natürlich immer "passen".

Nach einer Versuchsreihe über Abdruck- und Modellmaterial legt CAESAR (8) dar, daß Gußobjekte nicht passen, wenn Impregum feucht gelagert wird und das Modellmaterial nicht auf das Abformmaterial abgestimmt ist. Eine Woche nach Modellherstellung (Velmix-Stone) wurden Impregum-Abdrücke erneut ausgegossen und ermöglichten wiederum, auf Mutterstümpfen exakt passende Gußobjekte herzustellen.

Das Schrumpfen des elastomeren Abformmaterials wird von den Wissenschaftlern nicht übereinstimmend beurteilt. Bei der von VOSS geleiteten Diskussion über Abformung und Modell - praktische Forderungen und wissenschaftliche Grundlagen - forderte HOFMANN (103) ein realistisches Lagerungslimit von 48 Stunden und hält die durch Schrumpfung in dieser Zeitspanne auftretenden Fehler von 0,1 bis 0,3 % = 1/20 mm für tolerierbar. Da Abdrücke nach übereinstimmenden Aussagen in allen Labors "sofort" bis "sobald wie möglich" ausgegossen werden, dürfte dem o.g. Lagerungslimit von 48 Stunden in den meisten Fällen entsprochen werden.

4.3.2 Silikon-Abformung

Trotz des methodisch bedingten Fehlers (LEHMANN bei VOSS (103)) beim Doppelabdruck auf Grund der Deformierung des Erstabdrucks durch das Zweitmaterial bietet dieses Verfahren, weiterentwickelt zum Korrekturabdruck, gute Abformresultate (HOFMANN (34, 35)) auch in nicht ganz trockenem Milieu und eine vollständige Abformung der Zahnfleischfurche ist möglich. Diese Eigenschaften entsprechen der Häufigkeit seiner Anwendung in der Kronen- und Brückentechnik.

4.3.3 Polyäthyl-Abformung

Hohe Abformpräzision bringen die gummielastischen Materialien (z.B. Impregum). Ihre Domäne sind Abformaufgaben in relativ trockenem Milieu ohne stark untersichgehendes Gebiet (besonders Gußfüllungen). Durch die hohe Festigkeit des Materials müssen beim Abziehen des Abdrucks große Kräfte (bis zu 12 kp für 1 Zahn (HERRMANN bei VOSS (103)) aufgebracht werden. Die Dauer des Abziehens bestimmt die Größe der Deformation, die bei einem Ablösen des Materials vom Abdrucklöffel durch ungenügende Fixierung noch vergrößert wird. Untersichgehende Areale (etwa in Exkavationshöhlen) erhöhen die Retention des Abformmaterials beim Abziehen und können damit Verziehungen des Präparationsrandes z.B. bei Gußfüllungen verursachen. Aufbauten aus Zement vor Abdrucknahme würden solche Fehlerquellen beseitigen.

4.3.4 Kupferringabdruck

Wenn auch durch die modernen Abformmaterialien verdrängt, gibt es für den Hülsenabdruck durchaus noch spezielle Indikationen, etwa bei tiefreichender Karies oder bei Präparation weit unter das Zahnfleisch. Wenn die Präparationsgrenze am größten Umfang des Zahnes verläuft, dann muß zu

deren Darstellung der Abdruck darüber hinaus bis in untersichgehendes Gebiet gehen. Kerr würde in diesem Fall an der Präparationsgrenze abbrechen; der Korrekturabdruck mit Kupferring und elastischen Materialien (HOFMANN (35)) bringt in solchen Fällen beste Ergebnisse.
Der prinzipiellen Zuordnung des Kupferringabdrucks zur Tangentialpräparation und des Doppelabdrucks zur Stufen- und Hohlkehlpräparation (KÖRBER (49)) wird heute nicht mehr entsprochen.

4.3.5 Hydrocolloide

Hydrocolloide gelten als hervorragend geeignete Materialien und hinsichtlich der Präzision als Maßstab für alle anderen (EINFELD bei VOSS (103)). Da bei Hydrocolloidabformungen sofort die Modellherstellung vorgenommen werden oder eine Aufbewahrung bei 100%iger Luftfeuchtigkeit erfolgen muß, ist die Anwendung von vornherein nicht in jeder Praxis möglich.

4.3.6 Abformmängel - Untersuchungsergebnisse

Beim Abformproblem aus der Sicht des zahntechnischen Laboratoriums sieht PFANNENSTIEL (75) 31 mögliche Fehler und unterscheidet Mängel, die an der Abformung oder erst nach Modellherstellung erkennbar sind und solchen, die sich erst bei der Eingliederung bemerkbar machen.

Unsere Untersuchung erfaßte 7 für Kronen und Gußfüllungen relevante, in der Literatur (28, 75) erwähnte, empirische und an den Abformungen sichtbare Mängel.

Bei Abformungen für Kronen und Gußfüllungen traten diese Mängel wie folgt auf:

Abformmängel	Kronen	Gußfüllungen
Blut- u. Speichelreste	2,5 %	12,0 %
Abformung vom Löffel gelöst	1,0 %	-
Korrekturmaterial abgelöst	-	-
Korrekturmaterial nicht auf allen Zähnen (Bißhöhen-differenz)	17,0 %	22,0 %
Blasen an wichtigen Stellen	13,0 %	20,0 %
Präparationsgrenze nicht erfaßt	11,0 %	6,0 %
Nachbarzähne nicht erfaßt	0,5 %	1,0 %

Tabelle 4 Mängel an Abformungen für Kronen und Gußfüllungen

Die Auswirkungen dieser Fehler auf die Qualität der herzustellenden Arbeiten sind teilweise fatal.
Inwieweit die festgestellten Abformmängel Reklamation und Wiederholung des Abdrucks bewirkten, konnte bei unserer Untersuchung nicht ermittelt werden, da diese Entscheidung oft erst nach Modellherstellung vom Edelmetall-Techniker gewünscht wird.

Feine Konturen sind in dunklen Abformmaterialien (z.B. Xantopren) schlecht zu erkennen und erschweren die Beurteilung des Abdrucks sowohl für den Zahnarzt wie auch bei dieser Untersuchung. Schon PFANNENSTIEL (75) forderte hier Pastellfarben, die Mißerfolge reduzieren könnten.

4.4 Kronenpräparationen

4.4.1 Allgemeines

"Die Präparation schafft die geometrischen Voraussetzungen, einen festen Ersatzkörper über einen natürlichen Zahn schieben zu können" (KÖRBER (49)).

Daraus ergibt sich die Grundforderung an jede Kronenpräparation: Der weiteste Umfang wird an die tiefste Stelle gelegt. Es resultiert in der Regel ein konisch geformter Zahnstumpf mit sub- oder supragingivaler Präparationsgrenze, die den Wurzelquerschnitt beschreibt.

Die künstliche Zahnkrone hat die Aufgabe, die natürliche Funktion der Schmelzschicht in okklusaler Gestaltung und Außenform zu übernehmen und mit Kronenstumpf und Wurzel eine funktionelle Einheit zu bilden. Deshalb müssen Präparationsgrenze und Kronenrandgrenze identisch sein. Endet der Kronenrand über der Präparationsgrenze, so liegt beschliffene Zahnsubstanz frei und bildet eine Prädilektionsstelle für Karies. Greift der Kronenrand über die Präparationsgrenze hinaus, so resultiert eine Umfangsvergrößerung und damit ein Reiz auf das marginale Parodont.

Die speziellen Präparationsformen haben sich durch den Platzbedarf und die Eigenschaften der verwendeten Materialien und die Möglichkeiten, die Zahnhartsubstanz abzutragen, entwickelt und schaffen verschiedene Obergangssituationen von der Krone zur Zahnhartsubstanz:

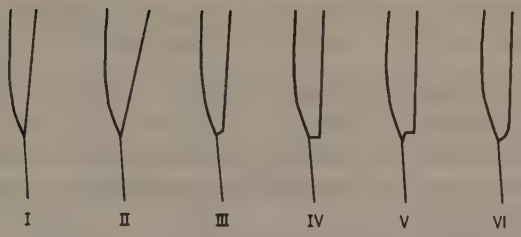

Abb. 1
Präparationsformen für Kronen
Umzeichnung nach EICHNER (17)

4.4.2 Tangentialpräparation (I und II)

Der Zahnsubstanzverlust ist gering. Die Krone liegt dem Zahn im Bereich des Randabschlusses auf. Je kleiner der Konuswinkel, desto stärker trägt der Kronenrand auf und desto schwerer ist es, die Präparationsgrenze zu erkennen und abzuformen.
Die Präparation ist leicht auszuführen und für dünn auslaufende Gußkronen ohne Verblendung geeignet.

4.4.3 Stufenpräparationen (III-V)

Größerer Zahnsubstanzverlust. Die Krone wird in den Zahn versenkt. Der Kronenrand geht stufenlos in die Wurzel über. Die Präparationsgrenze ist gut erkennbar und gut abformbar.
Die Stufenpräparation ist aufwendig, jedoch für Mantelkronen materialbedingt notwendig. In Kombination mit der Tangentialpräparation gut geeignet für Verblendkronen (HOFMANN (35)).
Der Federrand sorgt für einen guten Randschluß.

4.4.4. Hohlkehlpräparation (VI)

Der Zahnsubstanzverlust ist geringer als bei der Stufenpräparation und der bedrohliche Abstand zur Pulpa geringer (PLISCHKA (77)).
Trotzdem wird für Verblendmaterialien genügend Platz geschaffen. Die Krone wird stufenlos in die Zahnhartsubstanz versenkt. Die Präparationsgrenze ist gut erkennbar und abformbar.
Die Hohlkehlpräparation ist einfach auszuführen und ihre Vorteile gegenüber den anderen Präparationsformen zeigen sich auch beim Guß und beim Einzementieren.

4.4.5 Dehiszenzen durch Einzementieren

Präzisionsguß für Kronen strebt eine Passung mit Spiel an, die dem Befestigungszement Abflußmöglichkeit bietet. Dazu ist ein Spalt zwischen Zahnstumpf und Krone von mindestens 20 µm notwendig (DREYER-JØRGENSEN (12), EINFELD (19), REHBERG (79), EICHNER (15) bei Zementfilmdicken von 8 - 17 µm (JANKE (40)).
Je steiler der Zahnstumpf präpariert ist, desto größer ist

die Kolbenwirkung beim Einzementieren und die Zementschicht unter der Okklusalfläche. Es resultiert eine "zervikale Dehiszenz" zwischen Präparationsgrenze und Kronenrand, die BRETTHAUER (7) aus der Schichtdicke des Zementes und dem Neigungswinkel der Präparationsfläche errechnet.
Unberücksichtigt läßt BRETTHAUER die Präparationsform am Kronenrand,wo durch Stauung des abfließenden Zementes bei Stufenpräparation die zervikale Dehiszenz größer sein wird (DEMMEL bei EICHNER (15)). Bei der Hohlkehlpräparation ist im Gegensatz zur Stufenpräparation das Abfließen des Zementes erleichtert (PLISCHKA (77)) und dürfte den Werten bei der Tangentialpräparation entsprechen.

Dagegen läßt sich eine mit zu großer Spielpassung hergestellte Krone bei Tangentialpräparation über die Präparationsgrenze drücken und wirkt dort als Noxe (I a).

REHBERG (79) hält auch die Gefahr des Aufbiegens eines dünn auslaufenden Kronenrandes bei der Fixation durch viskösen Zement für gegeben.

Bei den verschiedenen Präparationsformen läßt sich die zervikale Dehiszenz folgendermaßen darstellen:

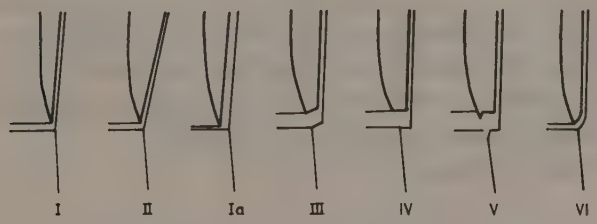

Abb. 2
Dehiszenz nach Einzementieren
In Anlehnung an BRETTHAUER (7)

Bei gleichen Präparationswinkeln bieten Tangential- und Hohlkehlpräparation bessere Abflußmöglichkeiten für den Zement, während bei den Stufenpräparationen die zervikale Dehiszenz durch Zementstauung größer ist.
Bei den Stufenpräparationen ist die mit Federrand günstiger, da ein Auswaschen des Zementes durch die resultierende geringere Spaltbreite behindert wird.
Denn von der Breite der Zementfuge ist das Ausmaß des Auswaschens des Zementes durch den Speichel abhängig (KNAPPWOST (46)) und damit der ständige Randspalt. Die Auflösungsgeschwindigkeit steigt danach mit der 3. Potenz der Spaltweite an.

Ein Kronenrandspalt, nach Zementauswaschung entstanden, stellt einen mechanischen Reiz für die Gingiva dar und saugt Taschensekret an.

Neben der von BRETTHAUER (7) erwähnten zervikalen Dehiszenz in vertikaler Hinsicht entsteht unseres Erachtens durch das Einzementieren und ein Nichterreichen der Präparationsgrenze durch den Kronenrand horizontal eine zusätzliche zirkuläre Dehiszenz zwischen Zahnwurzel, Krone und innerem Saumepithel.

Die größte zirkuläre Dehiszenz entsteht bei Tangentialpräparationen, bei Stufen- und Hohlkehlpräparation ist sie geringer, am geringsten bei Stufenpräparation mit Federrand. Durch das Auswaschen des Zementes im Laufe der Zeit nähern sich die Werte einander. Eine Verstärkung des Kronenrandes ändert nichts an diesem Phänomen.

Klinische und histologische Untersuchungen sollten klären, welchen Einfluß diese zirkuläre Dehiszenz in Abhängigkeit von der Präparationsform auf die Proliferation des inneren Saumepithels hat.

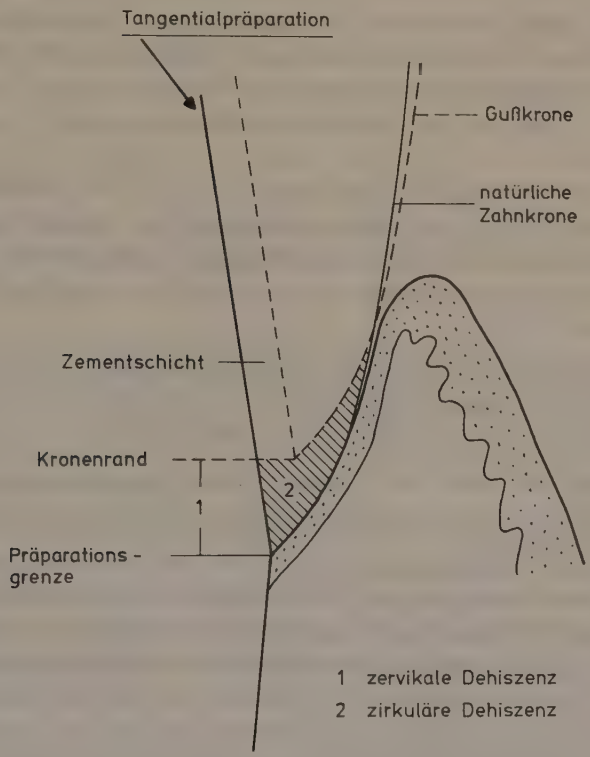

Abb. 3
Zirkuläre Dehiszenz bei Tangentialpräparation

4.4.6 Problemzone Kronenrand

Der Randschluß einer Krone ist neben der Kronenform (okklusal, approximal und marginal) und der Lage des Kronenrandes (supra- oder infragingival) qualitätsentscheidend für die Restauration.

Der Problemzone Kronenrand widmeten zahlreiche Autoren ihre Aufmerksamkeit und stellten immer wieder die möglichen Einflüsse des Randschlusses auf die Bildung von Sekundärkaries und marginalen Parodontopathien heraus (14, 15, 16, 17, 27, 28, 32, 48, 50, 52, 55, 59, 65, 79, 80, 85, 93).

Für wissenschaftlich vertretbar hält DREYER-JØRGENSEN Spaltbreiten bis 50 /um. Solchen Gußobjekten könne man durch optische Inspektion und Sondierung klinische Präzision zusprechen und an solchen Rändern würde keine Sekundärkaries entstehen (12).

In Laborversuchen wurden Randspaltenwerte in dieser Größenordnung in Abhängigkeit von der Modellationsart erreicht (RÜSLER (81), HÖFT (32) und SCHMIERER (86)).

REHBERG (79) definiert dagegen einen "exakten Randverschluß" mit einem klinisch gerade noch nachweisbaren Randspalt von 20 /um Breite.

Bei Untersuchungen von DOSTERHUES (13) an extrahierten überkronten Zähnen waren die ermittelten Randspalten auf Grund der material- und methodenimmanenten Fehlerquellen (MARXKORS (57)) im Durchschnitt zwischen 90 /um und 230 /um und übersteigen die wünschenswerte Grenze von 50 /um erheblich.

Dabei konnte jedoch nachgewiesen werden, daß Kronen, deren Stümpfe eine erkennbare Präparationsgrenze aufweisen, einen viel genaueren Randschluß aufweisen (70-160 /um) als Kronen, die auf tangential beschliffenen Zahnstümpfen ohne erkenn-

bare Präparationsgrenze hergestellt wurden (110-270 /um). Die erheblichen Randfugen resultierten bei der Tangentialpräparation zu 18 % aus der Oberschreitung der (nicht erkennbaren) Präparationsgrenze durch den Kronenrand und in 9 % der Präparationen mit erkennbarer Grenze bedeckte der Kronenrand die beschliffene Fläche nicht vollständig (MARXKORS (57)).

Bei klinischen Untersuchungen über fehlerhafte Kronengestaltung mit Folgen auf Zahn, Parodont und Gingiva ermittelten GROPP und SCHWINDLING (28) nur 12 % einwandfreie Randschlüsse an den untersuchten Kronen, ohne eine Zuordnung zur Präparationsform vornehmen zu können. Sie fanden die Kronenränder in 73 % der Fälle überstehend, in 37 % abstehend und in 49 % zu tief in der Zahnfleischtasche verlaufend. Bei 42 % kamen 2 Fehler, bei 13 % sogar 3 Fehler zusammen vor (28).

Bei der von EICHNER (15) geleiteten Diskussion über den Kronenrand wurde von VOSS (15) herausgestellt, daß die Hohlkehlpräparation klinisch die besten Ergebnisse zeigt, weil sie ermöglicht, auf dem Stumpfmodell eine eindeutige Kronenrandgrenze festzulegen.

Zur Lage des Kronenrandes ist bei Frontzähnen eine Extension unter den Zahnfleischrand unwidersprochen. Mit immer neuen Erkenntnissen aus klinischen und histologischen Untersuchungen wird die Beantwortung der Frage nach der Lage des Kronenrandes im nicht sichtbaren Bereich immer differenzierter.

MOTSCH (65) meint dazu, daß die Frage der zervikalen Extension nicht zuletzt durch die technische Ausführung der Restauration entschieden wird: "Ein fehlerfreier Rand oberhalb des Zahnfleischrandes ist nicht unbedingt kariesanfällig und unterhalb des Zahnfleischrandes wird er am margi-

nalen Gewebe keine pathologische Reaktion verursachen" (65).

Die Herstellung einer Krone, die nicht als Noxe wirken wird, erfordert eine ununterbrochene Kette präziser Arbeiten (82) und nicht ein Vertrauen auf die Adaption der umliegenden Gewebe. Dazu muß der Zahnarzt dem Labor optimale Arbeitsunterlagen mit eindeutigen Präparationsgrenzen zur Verfügung stellen, ohne die eine Qualitätsverbesserung nicht möglich ist.

4.4.7 Konturierung der Kronen

Die Konturierung der bukkalen und oralen Flächen der Ersatzkrone hat großen Einfluß auf die Plaquebildung und damit auf die Entstehung von Sekundärkaries und entzündliche Veränderungen des Parodontiums.
MOTSCH sieht bei Oberkonturierung die Weichteilmassage des Zahnfleischrandes eingeschränkt und die Belagsbildung gefördert, während durch Unterkonturierung der Zahnfleischsaum durch die Weichteile überbeansprucht wird (65).

Mit dem von HOFMANN (36) u.a. (29, 58) vorgestellten Verfahren zur Herstellung der elastischen Zahnfleischsäume mit "Mod-Sil" wurde ein Mittel geschaffen, dem Techniker Informationen zu geben, die auf dem normalen Säge-Arbeitsmodell fehlen. Davon wird wenig Gebrauch gemacht; im Rahmen unserer Untersuchung in keinem einzigen Fall.

Bei der Tangentialpräparation für Verblendkronen stehen Platzangebot durch Präparation und materialbedingter Platzbedarf im Gebiet des Zahnhalses der Kronen in Widerspruch und es resultiert eine Oberkonturierung mit ihren o.a. Folgen. Eine Korrektur an der überkonturierten Krone beein-

trächtigt dann wiederum die Farbgestaltung der Krone am Zahnhals.
Dagegen ist mit einer Hohlkehlpräparation genügend Platz geschaffen, die natürliche Form der Zahnkrone wiederherzustellen.
Hier ein Vorschlag, auf einfachste Weise dem Labor fehlende Information über den Zahnfleischrand zu geben und eine natürliche Konturierung zu ermöglichen:
Vor der Präparation wird eine Teilabformung mit gummi-elastischem Material vorgenommen (wie für ein Provisorium). Diese Teilabformung wird vom Techniker aus dem Löffel entfernt und am präparierten Zahn in bukko-lingualer Richtung durchschnitten, nach apikal gegebenenfalls gekürzt und auf das Arbeitsmodell gesetzt. An der Schnittfläche kann nun die Konturierung der Kone in jedem Stadium der Herstellung überprüft werden.
Im Prinzip könnte mit mehreren Schnitten die gesamte bukkale und orale Fläche kontrolliert werden.

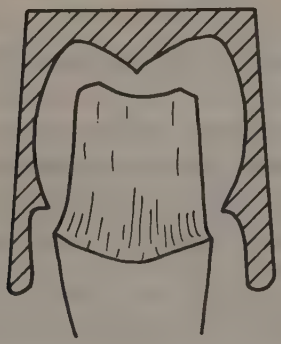

Abb. 4

Schnitt durch Abformung vor Präparation - Hilfsmittel zur Konturierung der Krone; auf Arbeitsmodell gesetzt.

4.4.8 Untersuchungsergebnisse zur Kronenpräparation

Wir wollten bei unserer Untersuchung feststellen, in welchem Maße die verschiedenen Präparationsformen heute angewendet werden und ihren Einfluß auf die Qualität der herzustellenden Arbeit darlegen.

Bei den untersuchten Abformungen und Stumpfmodellen für 412 Kronen fanden wir folgendes:

Präparationsformen für Kronen (100 %)		
90 % Tangentialpräparation		10 % Hohlkehle
davon 31 % steil konisch	davon 69 % stumpf konisch	inkl. Kombination mit Tangential-präparation
23 % aller Präparationsgrenzen nicht eindeutig		
davon 96 Tangentialpräparation		4 % Hohlkehle

Tabelle 5 Kronenpräparationen

Zahnstümpfe für Vollgußkronen waren ausschließlich tangential präpariert.
Bei Zahnstümpfen für porzellan- oder kunststoffverblendete Kronen war bei 12 % eine Hohlkehle präpariert.

Bei 5 % der präparierten Kronenstümpfe waren untersichgehende Stellen bereits im Abdruck zu erkennen.

2 % der Nachbarzähne waren bei der Präparation beschädigt und sind damit erhöhter Gefahr der Kariesentwicklung ausgesetzt (TSCHAMER (100)).

Bei 23 % aller Kronenpräparationen war die Präparationsgrenze nicht eindeutig. An diesen uneindeutigen Präparationsgrenzen waren die Tangentialpräparation mit 96 % und die Hohlkehlpräparation mit 4 % beteiligt.
Daraus ist deutlich der Zusammenhang zwischen der Präparationsform und der Fehlerhäufigkeit und der Einfluß auf die Qualität der herzustellenden Arbeit zu ersehen. 23 % nicht eindeutige Präparationsgrenzen - d.h. bei mindestens jeder 5. Krone wird von vornherein ein vom Optimum abweichendes Arbeitsergebnis, eine Manipulation bei der zahntechnischen Realisation oder ein Nacharbeiten bei der Kroneneinprobe in Kauf genommen.

So ist der erkennbaren, eindeutigen Präparationsgrenze höchste Bedeutung beizumessen. Hinweise auf rationelle Methoden dazu hat MARXKORS (56) u.a. gegeben.

Dementsprechend fanden GROPP und SCHWINDLING (28) bei ihrer Untersuchung z.B. nur 10 % der Vollgußkronen fehlerfrei oder infolge guter Disposition des Patienten ohne ausgelöste Gewebsirritation. Sie fordern größere Sorgfalt auf dem Gebiet der Kronen- und Brückenarbeiten und meinen, daß bei konsequenter Anwendung der technischen und methodischen Möglichkeiten gute Ergebnisse möglich sind (28).

BOITEL (6) ermittelte Zeitwerte u.a. für Präparationen, die veranschaulichen können, "was für eine Welt zwischen zwei gleichbenannten Leistungen liegen kann." Das Minimum des Zeitbedarfs für eine Präparation betrug 10 min, das Maximum 40 min. Diese Zeitdifferenzen kommen durch persönliche Gründe, Geschicklichkeit, Zustand des Gebisses und des Patienten und durch die Methodik der Arbeit zustande und "zeigen, wie für jeden seine Arbeit etwas anderes bedeutet" (6).

4.5 Präparationen für Gußfüllungen

4.5.1 Präparationsformen

BLACK (2) hat mit seinen Regeln für die Kavitätenpräparation durch Abwandlung auf die Präparationsformen für Gußfüllungen noch immer den entscheidendsten Einfluß. Danach werden durch das kastenförmige Gestalten der Kavität Widerstands- und Retentionsform erreicht, Druck- und Scherkräfte aufgefangen und die Gußfüllung in der Kavität festgehalten.
Es gab stets Bemühungen, den damit notwendigerweise verbundenen Zahnsubstanzverlust und den daraus erwachsenden Materialbedarf zu verringern und den gußtechnisch problematischen Randschluß bei ungleichmäßigen Wandstärken durch präparatorische Maßnahmen zu verbessern sowie die Präparation an sich zu rationalisieren.

Die Fortschritte bei den Goldgußfüllungen in den letzten Jahrzehnten beruhen auf der Modifizierung und Rationalisierung der Präparation und der Verbesserung der Abformmaterialien und Herstellungsverfahren, womit sich Wissenschaftler und Praktiker immer wieder auseinandersetzten (3, 4, 5, 10, 11, 18, 23, 24, 30, 31, 38, 39, 45, 53, 63, 64, 66, 72, 83, 84, 87, 90, 91, 94, 95, 100).

OF-ENGEL stellt in ihrer Dissertation (70) anhand von Kriterien, die in der Literatur diskutiert werden, die verschiedenen Präparationsformen für Gußfüllungen einander gegenüber:

1. modifizierte Kastenpräparation
2. Scheibenschnitt mit approximalem Kasten
3. Muldenform nach DREYER-JØRGENSEN (10)
4. Hohlschliff nach MOTSCH (64)
5. konkaver Scheibenschliff nach SCHRAY/FEZER (87)
6. Facettenschliff nach GORMSEN (24)

Die Kriterien, die OF-ENGEL aufführt, sind substanzschonende, übersichtliche, praxisgerechte Präparationen, die gut abformbar sind, ausreichende Randstärke der Gußfüllung auch bei Gußkontraktion garantieren, gute Abflußmöglichkeiten für den Zement bieten und eine Gußmaterialersparnis gegenüber der klassischen Kastenpräparation bringen (70).

Danach sind die Muldenform und der Hohlschliff am besten zu bewerten, und es sind dieselben Vorteile, die die Hohlkehle bei der Kronenrandpräparation auszeichnet (siehe Punkt 4.4.4).

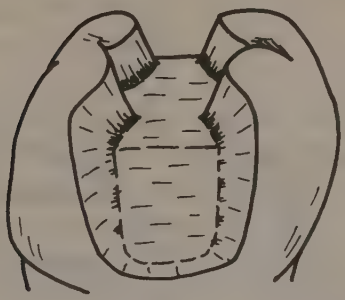

Abb. 5
Muldenform-Präparation nach DREYER-JØRGENSEN
Umzeichnung nach DREYER-JØRGENSEN (10)

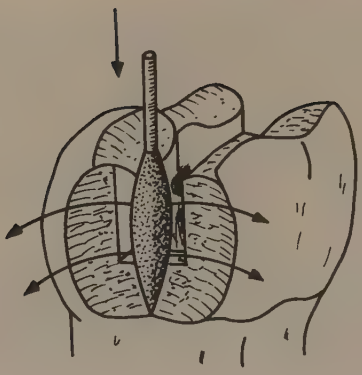

Abb. 6
Hohlschliff-Präparation nach MOTSCH
Umzeichnung nach MOTSCH (64)

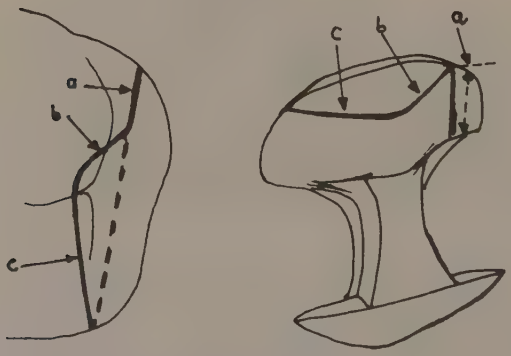

Abb. 7
Konkaver Scheibenschliff nach SCHRAY/FEZER
Umzeichnung nach SCHRAY/FEZER (87)

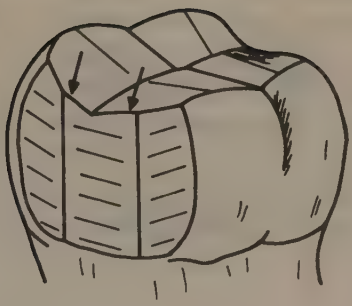

Abb. 8
Facettenschliff-Präparation nach GORMSEN
Umzeichnung nach GORMSEN (24)

NOBMANN (68) vergleicht verschiedene Onlay-Präparationsformen und beurteilt nach klinischen und spannungsoptischen Untersuchungen die von INGRAHAM, BASSETT und KOSER (39) angegebenen Präparationsformen besonders günstig. Dabei sei wegen der einfacher auszuführenden Präparation der Hohlkehlschliff der Außenschulter mit Abschrägung vorzuziehen.

Es handelt sich um eine modifizierte Kastenpräparation mit abgeplatteten Höckern, geradem Innenschliff und konkavem Außenschliff. Die Präparationsgrenze ist dabei scharf abgegrenzt und sehr gut abformbar. "Durch den steilen Winkel der Hohlkehlung ist die Paßgenauigkeit optimal, ohne daß sich an der Füllungsgrenze durch einen zu flachen Obergang Randschluß- und Bearbeitungsprobleme ergeben würden.
Außerdem läßt sich die Anlage der Hohlkehlung praktisch sehr einfach durchführen. Nach dem Abplatten wird an der Außenfläche der Höcker die Hohlkehle mit einer Diamantkugel ein-

geschliffen und mit einem großen runden Finierer geglättet" (68).

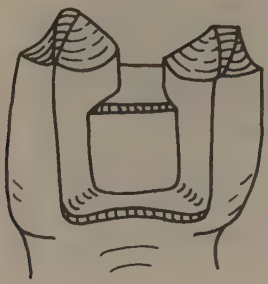

Abb. 9
Hohlkehl-Präparation
Umzeichnung nach NOBMANN (68)

Eine weitere Verbesserung des Randschlusses müßte bei der Hohlkehlpräparation (Abb. 9) durch einen approximalen Hohlschliff möglich sein.

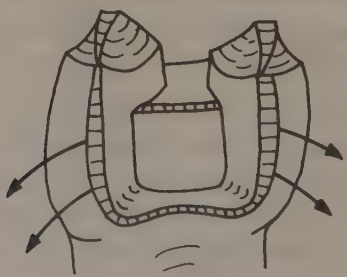

Abb. 10
Hohlkehl-Präparation mit approximalem Hohlschliff

4.5.2 Verankerungsprinzipien

Die Retention der Gußfüllung in der Kavität zahnsubstanzschonender als durch Kastenpräparation zu verwirklichen, brachte verschiedene Möglichkeiten hervor.
Wie zur Verankerung von Teilkronen durch CARMICHAEL 1906 Rillen und durch RANK 1920 Stifte angewandt wurden, empfahl BOISSON 1935 parapulpäre Stifte zur Tiefenverankerung flacher Goldgußfüllungen (zit. n. SCHRAY/FEZER (87)).
SCHRAY wendet seit 20 Jahren die Stiftverankerung systematisch an und hat damit auch die Indikation für Gußfüllungen erweitert.

Die Hohlform der Kavität als Retention der Gußfüllung mit Hilfe von Bügeln oder Krampons auszunutzen, wurde von SCHUG-KÖSTERS 1952 (89) entwickelt und von TALLMANN (98) verwirklicht.
Unabhängig von den guten Ansätzen dieser Methoden wird nach wie vor Retention hauptsächlich durch Präparation erreicht.

Bei den verschiedenen Verankerungsprinzipien in der Gußfüllungstechnik, etwa Innenverankerung durch Kastenform, Zementblockverankerung durch Bügel oder Krampon (TALLMANN (98)) oder Nute (HARNDT (30)) oder Tiefenverankerung durch Stifte (SCHRAY (87)) sowie der Außenverankerung durch approximale (mod)-Friktion, Höckerschutz, Klammerverankerung (SCHUG-KÖSTERS (91), oder Außenschultern und Rillen, kombinierte Innen-Außenschliff-Rillen-Verankerung (MOTSCH (62)) oder Kronenverband (NENNINGER (67)) bei tiefzerstörten Zähnen können sich die Vorteile der jeweiligen Methode nur bei indikationsgerechter, konsequenter Anwendung erweisen.

4.5.3 Präzision der Gußfüllung

Qualitätsentscheidend für die Gußfüllung sind neben okklusaler und approximaler Gestaltung ein ununterbrochener Randschluß mit klinischer Präzision.

Der Konvergenzwinkel der Kavitätenwandungen, die Genauigkeit der Reproduktionstechnik (Abdruck-, Modell- und Gußtechnik) wie DREYER-JØRGENSEN (12) ausführte und eine die Gußkontraktion berücksichtigende Abrundung der zervikalen Kanten bei den approximalen Kästen sowie die umlaufende Abschrägung des Kavitätenrandes okklusal (45 ^{o} oder konkav oder bis zur Höckerkante) und auf der approximal-zervikalen Stufe (MOTSCH (66)) ermöglichen eine paßgenaue Gußfüllung. Dagegen beeinträchtigen ungleiche Wandstärken von Gußobjekten die Paßgenauigkeit (LOHMANN (54)), und generell ist die Präzision des Gusses volumenabhängig (DREYER-JØRGENSEN (12)).

Bei einer Untersuchung über klinische Genauigkeit von Gußfüllungen stellte OEHLKE (69) fest, daß die klinische Präzision auch vom Gußfüllungstyp beeinflußt wird. Während okklusale Füllungen im Bereich der 50 /um-Forderung von DREYER-JØRGENSEN (12) liegen, erhöhen approximale Schenkel die klinische Ungenauigkeit okklusal auf 100 /um und approximal ergeben sich Mittelwerte von 150 /um (69).

4.5.4 Prävention

Der Häufigkeit der Approximalkaries entsprechend, sollte im kariesanfälligen Gebiß bei den Zähnen 5 bis 7 eine prophylaktische Einbeziehung beider Approximalflächen erfolgen (SONNABEND u. SCHNEEMANN (96)).

Die Bedeutung der präventiven Extension bei der Kavitätenpräparation unterstreicht die Nachuntersuchung von PANTKE und HORN (73), wonach bei Gußfüllungen ohne extension for

prevention Sekundärkaries gleich häufig auftritt wie bei Amalgamfüllungen ohne kariesprophylaktische Ausdehnung der Kavitätenränder in habituell saubere Zonen (73).

Wenn also die Oberlegenheit der Gußfüllung anderen Füllungsmaterialien gegenüber und ihre Vorteile in karies- und parodontalprophylaktischer Hinsicht gegenüber Kronen hauptsächlich auf der genauen Einhaltung der Präparationsregeln beruht, sollte vor Abdrucknahme oder mit Hilfe eines Probeabdruckes stets folgendes kontrolliert werden:

Kavitätenränder präventiv extendiert
Kavitätenränder geglättet
Randabschrägung ununterbrochen
gegebenenfalls Höckerschutz
Konvergenz aller Kavitätenwände
Präparationsgrenze überall deutlich erkennbar

4.5.5 Zur Ästhetik der Gußfüllungen

Die Ästhetik in der Zahnersatzkunde als Harmonie von Form, Farbe, Material und Funktionserfüllung wurde immer eingeschränkt durch die technischen und individuellen Möglichkeiten.
Mit dem Wandel der Möglichkeiten verändern sich auch die ästhetischen Maßstäbe für prothetische Arbeiten, die ja an den Realitäten bereits eingegliederten Ersatzes gebildet werden.

Während im 16. Jahrhundert Henri IV. lt. HEINRICH MANN noch stolz seine mit Gold überzogenen Zähne zeigte, machte der Puritanismus "falsche Zähne" zum heiklen Thema (WOODFORDE (104)). Seitdem wurde versucht, das Gold im sichtbaren Bereich zu vermeiden; der Zahnersatz sollte natürlich aussehen. Das war die Triebfeder bei der Entwick-

lung und ständigen Verbesserung der Jacket- und Verblendkronen aus Porzellan und Kunststoff. Doch "auch die bestgelungene Porzellanverblendung oder Porzellanüberkronung entspricht nicht, vor allem nicht bei jedem Licht, der Schönheit des natürlichen, unversehrten Schmelzes" (STAEHLE (97)).

Beignathologisch arbeitenden Zahnärzten finden Gold-Onlays und -Teilkronen umfangreiche Anwendung. Sie bieten die Möglichkeit einer funktionellen okklusalen Gestaltung und einer weitgehenden Schonung des marginalen Parodonts und entsprechen in Aufwand und notwendiger Sorgfalt den dortigen Therapiemaximen.
Die wissenschaftlichen und technischen Argumente sprechen für Onlays und Teilkronen, zu korrigieren bleiben die wirtschaftlichen Triebkräfte bei Therapiemittelentscheidungen.

Ziel sollte es sein, durch bessere, dauerhaftere Arbeiten und durch systematische Motivierungs- und Prophylaxemaßnahmen pro Praxis hunderte schadenfreier Patienten zu schaffen (BOITEL (6)).

Wenn approximale Extension und Höckerschutz heute Kennzeichen für die dauerhaftere, weniger iatrogen wirkende restaurative Arbeit sind, weil bessere Möglichkeiten und Materialien noch fehlen, so läßt sich der Patient von der Güte und Schönheit dieser Therapieform auch meistens überzeugen.

4.5.6 Untersuchungsergebnisse

Bei unseren Untersuchungen stellten wir bei der Betrachtung der Abformungen und Modelle für 84 Gußfüllungen folgendes fest:

Präparationen für Gußfüllungen	
zervikale Schulter	68 %
zervikaler Federrand	39 %
okklusaler Federrand	39 %
Scheibenschnitt	11 %
Hohlschliff	8 %
Höckerschutz	44 %
präventive Extension	95 %
Schmelzrand geglättet	63 %
Zementaufbau in Kavität	10 %
Ausblocken notwendig	33 %
Nachbarzahn bei Präparation beschädigt	6 %
Präparationsgrenze subgingival	14 %
Präparationsgrenze nicht eindeutig	15 %

Tabelle 6 Präparationen für Gußfüllungen

Danach wird der präventiven Extension relativ hohe Bedeutung beigemessen.
Approximal überwiegen modifizierte Kastenpräparationen, während Scheibenschnitt und Hohlschliff seltener angewendet werden. Möglichkeiten zur Erhöhung der klinischen Genauigkeit durch Federrandpräparation und Glättung des Schmelzrandes werden nicht genügend genutzt.
Bei einem Prozentsatz von 15 % mit nicht eindeutiger Präpara-

tionsgrenze bestehen für optimale Paßgenauigkeit nicht die besten Voraussetzungen.

4.6 Beschaffenheit der Kronenstümpfe

4.6.1 Lage der Exkavationen bei Kronenstümpfen

30 % aller untersuchten Kronenstümpfe wiesen Exkavationshöhlen auf, diese waren wie folgt lokalisiert:

Lage der Exkavationshöhlen bei 180 Kronenstümpfen:

mesial	okklusal	distal	lingual	palatinal	bukkal
66	90	84	6	5	23

4.6.2 Größe der Exkavationen an Kronenstümpfen

Es wurden bei 70 Kronenstümpfen die Exkavationen ausgemessen. Dabei ergaben sich Werte zwischen 0,5 mm und 9,0 mm.

Durchschnittlich ergaben sich folgende Meßergebnisse:

Querdurchmesser	4,2 mm
Längsdurchmesser	4,0 mm
mittlere Tiefe	1,8 mm

Wie KUJUMDIEFF (51) nach Messungen an Zähnen feststellte, entspricht die Grundform des kariösen Defektes einem auf die Spitze gestellten Hohlkegelstumpf, mit der Kegelbasis nach okklusal, wobei der Kavitäteneingang stets kleiner als die Kegelbasis ist und die größte Ausdehnung der Karies ungefähr in Höhe des Zahnäquators liegt (51).

Die sich daraus ergebenden untersichgehenden Stellen in den Kavitäten werden durch die Präparation reduziert, bei unseren Untersuchungen auf 5 %.

Nur bei 6 % der Kronenstümpfe waren Aufbaufüllungen zu erkennen. MARXKORS (zit. nach BECHER und REGNER (1)) empfiehlt bei Unterschnitten zur Vertikalen das Legen einer Aufbaufüllung am Patienten, um eine Deformation des Abformmaterials auszuschließen. In allen anderen Fällen, und wenn keine Maßnahmen zur Vitalerhaltung der Pulpa notwendig sind, befürwortet MARXKORS das Ausblocken der Exkavationen auf dem einartikulierten Arbeitsmodell.

Bei den unter Punkt 4.1 über EDV von uns ermittelten Ergebnissen mußte an 43 % der Stümpfe eine Aufbaufüllung auf dem Stumpfmodell im Labor vorgenommen werden.

4.6.3 Präparationsgrenze und Exkavation

Bei der Untersuchung von 70 Kronenstümpfen mit Exkavationen wurde bei 8 (= 11 %) festgestellt, daß die Präparationsgrenze eine Exkavationshöhle durchquert. Nach Ausblocken auf dem Stumpfmodell und Festlegung des Kronenrandverlaufs unterhalb der Exkavation durch den Zahntechniker resultiert in diesen Fällen eine positive Kronenstufe mit ihren Folgen auf das Parodontium.

Ein Kontrollabdruck mit Kupferring und elastischem Abformmaterial während der Präparation ist in Fällen mit subgingivalen Kavitäten notwendig und sichert dem Zahnarzt die Möglichkeit, den Verlauf des Kronenrandes verantwortlich zu bestimmen.

5. Kritische Schlußbetrachtungen

Unsere Untersuchung ergab, daß zu 95 % mit Kronen und nur zu 5 % mit Gußfüllungen restauriert wird. Dies bestätigt die Aussagen von STAEHLE (97), der "fast ausschließlich Vollüberkronungen" bemerkte. STAEHLE sieht darin die Auswirkungen der Turbinentechnik und der Prothetikverträge von 1975, SCHRAY bezeichnet diese Entwicklung als therapeutischen Rückschritt (88).

Eine Berufung auf BLACK's Postulat der Verlegung der Restaurationsgrenze in den Schutz des Zahnfleischsaumes zur Berechtigung einer Vollüberkronung sollte besonders aus parodontalprophylaktischer Sicht nicht mehr erfolgen.

Bei den für Kronen und Gußfüllungen verwendeten Abformmaterialien hat es im letzten Jahrzehnt eine starke Hinwendung zu Silikonen und gummielastischen Massen, aber auch zu Hydrocolloiden gegeben. Im Gegensatz zur Untersuchung von KNEPPER 1975 (47) spielt die Kupferring-Kerr-Methode nur noch eine untergeordnete Rolle.

Unabhängig vom verwendeten Material bleibt die Qualität der Abformungen hinter dem Optimum zurück. Bis zu 20 % der Abformungen für Kronen und Gußfüllungen weisen Mängel auf und bestätigen damit die Feststellungen von PFANNENSTIEL (75) zum Abformproblem.

Die Auswertung der Arbeitsunterlagen für Kronen zeigt, daß zu 90 % tangential präpariert und auf eindeutige, optimale Präparationsgrenzen oft verzichtet wird. Wir fanden bei 23 % der Kronenpräparationen die Präparationsgrenze nicht eindeutig, daran war zu 96 % die Tangentialpräparation beteiligt. Daraus folgt, daß bei jeder 5. Krone der Verlauf des Kronenrandes vom Zahn-

techniker festgelegt wird. Dadurch werden negative klinische Ergebnisse begünstigt, wie sie MARXKORS (57) durch Untersuchungen an den Rändern extrahierter überkronter Zähne vorgestellt hat.
Die Vorteile der Hohlkehlpräparation (15, 77) bei der Abformung und Herstellung der Kronen wurden nur zu 10 % genutzt.

Die zur Konturierung der Kronen bekannten Möglichkeiten, auf dem Arbeitsmodell einen elastischen Zahnfleischsaum herzustellen (29, 36, 58) wurden bei unserer Untersuchung nicht angewandt. Wir haben zu diesem Problem ein einfachstes Mittel vorgeschlagen: eine Abformung vor der Präparation wird im Bereich der Krone von bukkal nach lingual durchschnitten und auf das Arbeitsmodell gesetzt. Damit kann die Konturierung der Krone bei der Modellation kontrolliert werden.

Das Problem der zervikalen Dehiszenz durch Einzementieren der Kronen (7, 15, 77) ist abhängig von der Präparationsform. Wir fanden die zusätzlich auftretende zirkuläre Dehiszenz bei der Tangentialpräparation am größten und folgenschwersten für das marginale Parodontium.

An 43 % der Kronenstümpfe werden Exkavationshöhlen im Labor auf dem Stumpfmodell aufgebaut, entsprechend der Forderung von MARXKORS (60). Nach unseren Ermittlungen waren bei 5 % untersichgehende Stellen vorhanden und damit die Gefahr der Deformation des Abformmaterials.

Bei 70 untersuchten Kronenstümpfen mit Exkavationshöhlen verlief in 11 % die Präparationsgrenze durch eine Kavität.

Bei den Gußfüllungen überwiegen modifizierte Kastenpräparationen, während Scheibenschnitt (11 %) und Hohlschliff (8 %) seltener angewendet werden.

Der präventiven Extension wird hohe Bedeutung beigemessen (95 %), während die Möglichkeiten zur Erhöhung der klinischen Genauigkeit durch Federrandpräparation (39 %) und Glättung des Schmelzrandes (63 %) nicht genügend genutzt werden.
Bei einem Prozentsatz von 15 % mit nicht eindeutiger Präparationsgrenze bestehen für optimale Paßgenauigkeit nicht die besten Voraussetzungen.

Für Kronen und Gußfüllungen machen die ermittelten Ergebnisse deutlich, daß die Arbeitsunterlagen vom Optimum noch weit entfernt sind und eine hohe Qualität der zahntechnischen Arbeiten teilweise nicht ermöglichen, das Leistungsniveau daher verbessert werden kann und muß.

6. Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war es, Verhältniszahlen für die Herstellung von Kronen und Gußfüllungen zu ermitteln. Des weiteren sollten die Arbeitsunterlagen und Präparationsformen für Kronen und Gußfüllungen untersucht und der Zustand der Kronenstümpfe bezüglich Exkavationen ermittelt werden.

Dazu wurden in Münchener Dentallabors Daten aus den EDV-Statistiken entnommen und die Arbeitsunterlagen für 412 Kronen und 84 Gußfüllungen untersucht und protokolliert.

Die Untersuchungsergebnisse wurden im Hinblick auf die zahntechnische Herstellung und die klinischen Auswirkungen diskutiert. Es wurde auf Lehrmeinungen, Untersuchungen anderer Autoren, Probleme und Verbesserungsmöglichkeiten hingewiesen.

Auf das Entstehen einer zirkulären Dehiszenz beim Einzementieren von Kronen wurde aufmerksam gemacht und für die Konturierung der Kronen ein einfaches Hilfsmittel vorgeschlagen.

Aus der Fülle der Einzelergebnisse unserer Untersuchung seien hier folgende herausgegriffen:

1. Kronen

Kronen stellen 95 %, Gußfüllungen 5 % aller restaurativen Arbeiten dar.
Jede 2. Krone ist eine Metallkeramikkrone, jede 4. Krone ist eine Kunststoffverblendkrone.
Etwa die Hälfte aller Kronen fungiert als Brückenpfeiler.
Der Anteil der Frontzahnkronen beträgt 37 %, der Seitenzahnkronen 63 %.
23 % der Seitenzahnkronen wurden mit Metallkaufläche hergestellt.
Bei Metallkeramikkronen wurden zum Untersuchungszeitpunkt ausschließlich Edelmetallegierungen verwendet.
23 % der Präparationsgrenzen für Kronen waren nicht eindeutig.
Bei 4 % der Kronenpräparationen erfolgte eine Aufforderung zum Nachradieren auf dem Arbeitsmodell.
Die Präparationsgrenzen für Kronen verliefen zu 75 % subgingival.
90 % der Kronenpräparationen wurden tangential ausgeführt, der Rest als oder in Verbindung mit Hohlkehle.
Bei Kronen überwiegen Silikonabdrücke (Optosil-Xantopren u.ä.).
30 % der Kronenstümpfe wiesen Exkavationshöhlen auf.
Bei 6 % der Kronenstümpfe waren Aufbaufüllungen zu erkennen.

2. Gußfüllungen

40 % der Gußfüllungen sind dreiflächig (mod), 14 % mehrflächig, 8 % Onlays, 30 % zweiflächig, 7 % einflächig.
0,5 % der Gußfüllungen sind Pfeiler für Inlaybrücken.
Bei den Gußfüllungen überwiegen modifizierte Kastenpräparationen.
Der präventiven Extension bei den Gußfüllungen wird große Bedeutung beigemessen.
Bei 15 % der Abdrücke für Gußfüllungen war die Präparationsgrenze nicht eindeutig.
Bügel-, Krampon- oder Stiftverankerungen wurden im Untersuchungszeitraum nicht beobachtet.
Bei Gußfüllungen wurde etwa gleich häufig mit gummielastischen Materialien, Silikonen und Hydrocolloiden abgeformt.
Ein Ausblocken untersichgehender Stellen war in 33 % notwendig.

Abschließend kann festgestellt werden, daß die Arbeitsunterlagen für Kronen und Gußfüllungen teilweise Mängel aufweisen, die eine optimale zahntechnische Realisation verhindern.

7. Literaturverzeichnis

1. Becher, Ch. und Regner, F.: Tagungsbericht der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung. Zahnärztl. Prax. 33, 157-163 (1982).

2. Black, G.V.: Konservierende Zahnheilkunde, Bd. II. Hermann-Meusser, Berlin 1914.

3. Boer, J.G. de: Ein Inlay ist so gut wie sein Randschluß. T. Tandheelk. 74, 374-384 (1967).

4. Boitel, R.: Zur Rationalisierung der Arbeitsmethoden für Gußfüllungen. Zahnärztl. Rdsch. 73, 316-321 (1964).

5. Boitel, R.: Gold-Inlays. Dtsch. zahnärztl. Z. 19, 700-711 (1964).

6. Boitel, R.: Präparation und Abdruck in der Kronen- und Brückenprothetik. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 88, 980-984 (1978).

7. Bretthauer, J.: Ein Vorschlag zur Verbesserung des Randschlusses von Vollgußkronen. Med. Diss. Marburg 1973.

8. Caesar, H.H.: Versuchreihe über Abdruck- und Modellmaterial. dental-labor 19, 24-26 (1971).

9. Caesar, H.H.: Zusammenarbeit von Zahnarzt und Zahntechniker. VDZI-Kongreß-Handbuch, Wiesbaden 1976.

10. Dreyer-Jørgensen, K.: A New Cavity Preparation for Cast Inlays. J. prosth. Dent. 14, 520-523 (1964).

11. Dreyer-Jørgensen, K.: Praktische Anleitung in der odentologischen Technologie für Klinik und Laboratorium. Quintess. zahnärztl. Lit. 17, 18-84 (1967).

12. Dreyer-Jørgensen, K.: Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Gußverfahren. Dtsch. zahnärztl. Z. 13, 461-469 (1958).

13. Düsterhues, Th.: Untersuchung über den zervikalen Randschluß von Gußkronen an extrahierten überkronten Zähnen. Med. Diss. Münster 1980.

14. Egli, A.R.: Die Lage des Kronenrandes und parodontale Hygiene. Parodontologie 11, 27-31 (1957).

15. Eichner, K. und Voss, R.: Der Kronenrand. Diskussion Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 742-757 (1971).

16. Eichner, K.: Kronen- und Brückenzahnersatz und das marginale Parodont. Zahnärztl. Prax. 26, 314-318 (1975).

17. Eichner, K.: Der Kronenrand und das marginale Parodontium aus klinischer Sicht. Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 741-750 (1969).

18. Eifinger, E.F.: Rationelle Inlay-Präparation und Abdrucktechnik I. Teil. Zahnärztl. Welt 81, 795-803 (1972).

19. Einfeldt, H.: Paßgenauigkeit gegossener Metallarbeiten. Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 1087-1093 (1969).

20. Erpenstein, H. und Diedrich, P.: Nachuntersuchungen zur Kariesanfälligkeit und gingivalen Irritation von Teilkronen. Dtsch. zahnärztl. Z. 32, 10-15 (1977).

21. Freesmayer, W.B., Freesmayer, B. und Hambrock, H.-J.: Studie über die Zusammenarbeit zwischen zahnärztlicher Praxis und zahntechnisch-gewerblichem Laboratorium. Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 580-584 (1980).

22. Fröhlich, E.: Zahnfleischrand und künstliche Krone in pathologisch-anatomischer Sicht. Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1252-1258 (1967).

23. Godt, H.: Ober die Scheibenschnittpräparation für die indirekte Gußherstellung. Dtsch. zahnärztl. Z. 17, 1669-1673 (1962).

24. Gormsen, F.: Modifizierte Präparationsgrundsätze für gegossene Inlays. Quintess. zahnärztl. Lit. 11, 29-33 (1960).

25. Gottlieb, B.: Parodontalpyorrhoe und Alveolaratrophie. Fortschr. Zahnheilkunde Bd. I, Teil I, Thieme, Leipzig 1926.

26. Groeben, U.: Die FDI-Grundsatzerklärung zu den Beziehungen zwischen Zahnärzten und Zahntechnikern. Zahnärztl. Welt 89, 75-78 (1980).

27. Gropp, H.P.: Ober die pathologischen Veränderungen an der Zahnhartsubstanz und den Parodontien überkronter Zähne als Folge einer fehlerhaften Kronengestaltung. Med. Diss. Heidelberg 1969.

28. Gropp, H.P. und Schwindling, R.: Statistische Feststellungen über fehlerhafte Kronengestaltung mit Folgen auf Zahn, Parodont und Gingiva. Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 734-742 (1971).

29. Gründler, H.: Hinweise zur Anfertigung des Meistermodells. Zahnärztl. Welt 87, 587-589 (1978).

30. Harndt, E.: Die Gußfüllung. Joh.Ambros. Barth, Leipzig 1953, 4. Aufl.

31. Harndt, R.: Die Kavitätenpräparation in Praxis der Zahnheilkunde Bd. I. Urban & Schwarzenberg, München 1970 u. 1976.

32. Höft, R.: Die Paßgenauigkeit des Kronenrandes in Abhängigkeit von der Modellation und Präparation. Med. Diss. Tübingen 1977.

33. Hofmann, M.: Abformungen und Modell - Zielsetzung aus klinischer Sicht. Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 85-90 (1972).

34. Hofmann, M.: Der Korrekturabdruck und seine laboratoriumstechnische Verarbeitung. dental-labor 14, 5-8 (1966).

35. Hofmann, M.: Der Korrekturabdruck (ein neues Abdruckverfahren für festsitzenden Zahnersatz). Zahnärztl. Welt 66, 160-164 (1965).

36. Hofmann, M.: Die Abformung des Kronenstumpfes und das Arbeitsmodell. Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1288-1295 (1967).

37. Horn, R.: Klinische und experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung der Lage und Gestaltung des Kavitätenrandes für die Entstehung der sekundären Randkaries. Med. Diss. Marburg 1966.

38. Huche, R. Le: Füllungen, Inlays, Onlays. Die Quintessenz, Berlin 1971.

39. Ingraham, R., Bassett, W.R. und Koser, I.R.: Der Goldguß. Die Quintessenz, Berlin 1968.

40. Janke, G.: Zur Frage der Filmdicke von Befestigungszementen. Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 1061-1064 (1970).

41. Kimmel, K. und Pfannenstiel, H.: Das rationelle Labor, Ergonomie in der Zahntechnik. Verlag Neuer Merkur, München 1968 und 1971.

42. Kimmel, K.: Die Zusammenarbeit von zahnärztlichen und zahntechnischen Arbeitsbereichen. Zahnärztl. Welt 91, 28-36 (1982).

43. Kimmel, K.: Die Abformung und der Abdruck. Zahnärztl. Welt 89, 32-41 (1980).

44. Kimmel, K. und Kimmel, J.: Das funktionelle Labor - Eine Einführung in diese Sektion. Quintessenz Zahntech. 1, 73-78 (1975).

45. Klucza, J.: Rationelle Inlaytechnik. Dtsch. Zahnärztekalender 13, 85-102 (1954).

46. Knappwost, A.: Über das thermische Expansions- und Kontraktionsverhalten von Dentallegierungen und Einbettmassen und deren Beziehungen zur Sekundärkaries. Zahnärztl. Welt 4, 523-527 (1949).

47. Knepper, M.: Abformmethoden und Materialien bei niedergelassenen Zahnärzten. Med. Diss. München 1975.

48. König, G.: Statistische Untersuchungen zur Reaktion des Zahnfleischrandes nach Eingliederung von Kronenersatz. Med. Diss. Tübingen 1972.

49. Körber, K.H.: Zahnärztliche Prothetik, Bd. II. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1975.

50. Körber, K.H. und Lenz, P.: Beitrag zum Problem der Randgestaltung von Ersatzkronen. Zahnärztl. Welt 69, 440-445 (1968).

51. Kujumdjieff, St.: Über die Ausdehnung der Zahnkaries und die Formen der Kavitäten. Med. Diss. München 1960.

52. Kraft, E.: Die Gestaltung des Kronenrandes. Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 750-757 (1969).

53. Lange, G.: Die Gußfüllung als Teilkronenersatz im Seitenzahngebiet. Dtsch. Stomat. 15, 503-510 (1965).

54. Lohmann, G.: Zur Frage der Paßgenauigkeit zahnärztlicher Gußobjekte in Abhängigkeit von der Form: Untersuchungen an Vollguß-Kronen mit ungleichen Wandstärken. Med. Diss. Marburg 1974.

55. Mahdavi, A.M.: Das Verhältnis zwischen Kronenrand und marginalem Parodontium. Zahnarzt 22, 22-26 (1978).

56. Marxkors, R.: Das Beschleifen von Zähnen zur Aufnahme von Gußkronen. Zahnärztl. Welt 81, 1063-1068 (1972).

57. Marxkors, R.: Erfolgsbeurteilung festsitzenden Zahnersatzes. Zahnärztl. Prax. 33, 194-201 (1982).

58. Marxkors, R. und Eberhardt, F.: Arbeitsmodell mit "Parodontium". dental.labor 21, 1169-1171 (1973).

59. Marxkors, R.: Die Gußkrone. Zahnärztl. Welt 82, 433-437 (1973).

60. Marxkors, R.: Die Aufbaufüllung unter Kronen. Dtsch. zahnärztl. Z. 37, 434-437 (1982).

61. Merk, W.: Die klinischen und technischen Erfahrungen mit Bügel-, Krampon- und Netzinlays. Med. Diss. München 1966.

62. Motsch, A.: Gußfüllungen für tiefzerstörte Molaren. Zahnärztl. Welt 59, 531-534 (1958).

63. Motsch, A.: Spezielle Präparationsregeln für Gußfüllungen. Zahnärztl. Mitt. 58, 900-906 (1968).

64. Motsch, A.: Rationelle Inlay-Technik. Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 582-591 (1968).

65. Motsch, A.: Parodontale Gesichtspunkte bei der konservierenden und prothetischen Planung und Behandlung. Parodontologie 24, 109-123 (1970).

66. Motsch, A.: Rationelle Onlay-Technik. Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 582-591 (1968.

67. Nenninger, H.: Füllung oder Kronenverband? Zahnärztl. Welt 63, 856-863 (1962).

68. Nobmann, K.: Klinische und spannungsoptisch-experimentelle Untersuchungen verschiedener Präparationsformen in der Onlay-Technik. Ein Beitrag zur modernen Goldguß- Füllungstherapie. Med. Diss. Freiburg 1973.

69. Oehlke, W.: Die klinische Ungenauigkeit von Gußfüllungen bei Verwendung von ausgewählten zahnärztlichen Edelmetall-Legierungen. Med. Diss. Berlin 1968.

70. Of-Engel, J.F.: Moderne Gesichtspunkte der Kavitätenpräparation. Med. Diss. Tübingen 1973.

71. Pantke, H.: Fortbildungsveranstaltung der Zahnärztekammer Nordrhein. Werk-Verlag, Dr. E. Banaschewsky, München-Gräfelfing 1965.

72. Pantke, H.: Die Scheibenschliff-Präparation. Zahnärztl. Prax. München 17, 37-39 (1966).

73. Pantke, H. und Horn, R.: Kavitätenpräparation und sekundäre Randkaries. Zahnärztl. Prax. 17, 253-256 (1966).

74. Pantke, H.: Das Inlay. Praxis der Zahnheilkunde. Bd. I. Urban & Schwarzenberg, München 1968.

75. Pfannenstiel, H.: Das Abformproblem aus der Sicht des zahntechnischen Laboratoriums. Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 579-583 (1972).

76. Pilz, W., Plathner, C.H. und Taatz, H.A.: Grundlagen der Kariologie und Endodontie. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1980.

77. Plischka, G.: Präparation des Zahnstumpfes für Vollgußkronen mit oder ohne Stufe? - Die Hohlkehlpräparation. Dtsch. zahnärztl. Z. 16, 1082-1084 (1961).

78. Rau, B.M.: Die Genauigkeit unterschiedlicher Abdruckverfahren bei der indirekten Herstellung gegossener Füllungen. Med. Diss. Tübingen 1975.

79. Rehberg, H.J.: Exakter Randschluß - was ist das? Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 696-699 (1971).

80. Renggli, H.H.: Einfluß subgingival liegender Füllungsränder auf die Gingiva. Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 169 (1973).

81. Rösler, D.: Der Einfluß verschiedener Modellationsarten auf die Paßgenauigkeit des Kronenrandes. Med. Diss. Tübingen 1977.

82. Sauer, G.: Vergleichende Untersuchungen über die Gestaltung und labortechnische Ausführung prothetischer Kronen. Zahnärztl. Welt 87, 1114-1119 (1978).

83. Sauerwein, E.: Grundlagen und Fortschritte der Kavitätenpräparation. Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 522-529 (1965).

84. Schiller, F.: Die Sprengung der Blackschen Fessel. Zahnärztl. Prax. 12, 86-88 (1961).

85. Schmeissner, H.: Ober die Metall-Vollkrone. Dtsch. Zahnärztebl. 19, 304-310 (1965).

86. Schmierer, A.: Vergleichende Untersuchungen zur Paßgenauigkeit des Kronenrandes. Med.Diss. Tübingen 1976.

87. Schray, K. und Fezer, K.H.: Die Gußfüllung. Bewährte und moderne Inlay-Technik. Joh. Ambrosius Barth, München 1963.

88. Schray, K.: Ketzereien eines Praktikers zum Thema "Inlay". Zahnärztl. Welt 91, 62-67 (1962).

89. Schug-Kösters, M.: Gedanken und Versuche zu einer vereinfachten Retention der Inlays. Zahnärztl. Rdsch. 61, 495-498 (1952).

90. Schug-Kösters, M.: Die Gußfüllungs-Kavitätenpräparation. Zahnärztl. Prax. 11, 265-269 (1960).

91. Schug-Kösters, M. u.a.: Karies und Füllungsmethoden. Zur Kavitätenpräparation für die Gußfüllung. Werk-Verlag, München-Gräfelfing 1964.

92. Schwickerath, H.: Grundsätzliches zur Abformung und zu den Abformmaterialien. Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 91-95 (1972).

93. Singer, H.: Fehler bei Kronen und Brücken. Zahnärztl. Welt 79, 231-238 (1970).

94. Singer, H.: Der heutige Stand der Inlay-Technik. Zahnärztl. Prax. 21, 37-40 (1970).

95. Singer, H.: Inlays und Onlays als Brückenanker Indikation, Präparation und Herstellung von Halb- und Dreiviertelkronen. Zahnärztl. Prax. 19, 73-76 (1968).

96. Sonnabend, E. und Schneemann, H.: Karies der Approximalflächen. Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 1049-1062 (1968).

97. Staehle, G.: Inlay,Teilkrone, Vollkrone. Zahnärztl. Welt 89, 30-32 (1980).

98. Tallmann, G.: Bügel- und Kramponverankerung. Med. Diss. München 1953.

99. Tanzer, G. und Schwarzkopf, F.: Das Dental-Team, Zahnarzt, Helferin, Labor. Verlag Neuer Merkur, München 1977.

100. Tschamer, H.: Fehler bei der Kavitätenpräparation als Ursache für eine mögliche spätere Kariesentwicklung. Öst. Z. Stomat. 69, 20-23 (1972).

101. Voss, R.: Rationalisierung der Oberkronung von Zähnen. Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 454-462 (1966).

102. Voss, R.: Grundlagen des Behandlungserfolges bei Kronen und Brücken. Zahnärztl. Welt 78, 397-405 (1969).

103. Voss, R.: Abformung und Modell - praktische Forderungen und wissenschaftliche Grundlagen. Diskussion. Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 96-118 (1972).

104. Woodforde, J.: Die merkwürdige Geschichte der falschen Zähne. Heinz Moos Verlag, München 1968.

8. Lebenslauf

4. 8. 1944	Geburt in Schwerin/Warthe Eltern Georg Hoffmann, Maurer, und Walli Hoffmann, geb. Pankow
1950 - 1958	Grundschule in Ostberlin
1958 - 1960	Ausbildung zur Stenotypistin in Ostberlin
1961 - 1965	Abendgymnasium mit Abschluß Abitur in Ostberlin
1966	Flucht in die Bundesrepublik Deutschland
1973 - 1976	Ausbildung zur Zahntechnikerin in München
1978 - 1983	Studium der Zahnmedizin an der Universität München, Staatsexamen Juli 1983
1.9. 1983	Beginn der Tätigkeit als wissenschaftliche Hilfskraft an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Universität München